



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Kaoru Uchida	Examiner:	Unassigned
Serial No:	10/672,550	Art Unit:	2621
Filed:	September 26, 2003	Docket:	17076
For:	FINGERPRINT AUTHENTICATION METHOD, PROGRAM AND DEVICE CAPABLE OF JUDGING INEXPENSIVELY WHETHER INPUT IMAGE IS PROPER OR NOT		Dated: July 19, 2004

Confirmation No. 3731


Mailstop Amendments
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicant in the above-identified application hereby claims the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submits a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-283309 filed September 27, 2002.

Respectfully submitted,



Paul J. Esatto, Jr.
Registration No.: 30,749

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343
PJE:ae

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Arlington, VA on July 19, 2004.

Dated: July 19, 2004


Paul J. Esatto, Jr.

G:\NEC\995\17076\Misc\17076.claimprior.doc



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-283309

[ST.10/C]:

[JP2002-283309]

出 願 人

Applicant(s):

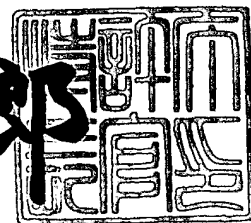
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3042315

【書類名】 特許願

【整理番号】 34403206

【提出日】 平成14年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 15/62

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 内田 薫

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710078

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 指紋認証方法／プログラム／装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 利用者からの指紋センサへの入力に対して、該入力の特徴の照合を行うステップと、該入力の適正を判定するステップと、この 2 つのステップの結果を受けて該入力を認証するか否かを判定するステップを有する指紋認証方法において、

入力の適正を判定する前記ステップは、入力画像の空間周波数解析を用いることを特徴とする指紋認証方法。

【請求項 2】 入力の適正を判定する前記ステップは、
入力画像に矩形の観察領域を設定するステップと、
該観察領域における、前記入力画像のフーリエ変換像を求めるステップと、
該フーリエ変換像から、前記入力画像の輝度の空間周波数分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算するステップと、

該特徴量から、前記入力に適正か否かを判定して結果を出力するステップを有する、請求項 1 に記載の指紋認証方法。

【請求項 3】 入力の適正を判定する前記ステップは、あらかじめ、入力に適正および適正でない多数の画像の前記フーリエ変換像を求め、該フーリエ変換像から前記特徴量を求め、該特徴量から入力の適正・不適正を判別する判別式および該判別式を特徴づける判別係数を求めるステップをさらに有し、

入力が適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップは、該判別式および該判別係数をもとに入力が適正か否かを判定する、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 4】 入力画像に矩形の観察領域を設定する前記ステップは、入力画像から指紋中心と指頭方向を求め、これに基づいて観察領域を設定する、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 5】 前記特徴量は、前記フーリエ変換像から求められる、複数の所定の空間周波数帯の輝度の平均値から構成される、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 6】 前記特徴量は、前記フーリエ変換像から求められる、複数の所定の空間周波数帯の輝度の分散の平均値から構成される、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 7】 前記空間周波数帯の 1 つは、人間の指紋の隆線の周期に対応した空間周波数を含む、請求項 5 または 6 に記載の指紋認証方法。

【請求項 8】 前記空間周波数帯の 1 つは、人間の指の汗腺孔に起因する、隆線の周期よりも小さい周期を有する構造の周期に対応した空間周波数を含む、請求項 5 または 6 に記載の指紋認証方法。

【請求項 9】 入力に適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップにおいて出力された判定結果たる判定値が所定の範囲内にない場合、利用者に対して指紋の再入力を要求するステップをさらに有する、請求項 2 から 8 のいずれか 1 項に記載の指紋認証方法。

【請求項 10】 利用者からの指紋センサへの入力に対して、該入力の特徴の照合を行うステップと、該入力の適正を判定するステップと、この 2 つのステップの結果を受けて該入力を認証するか否かを判定するステップを、コンピュータに実行させる指紋認証プログラムにおいて、

入力の適正を判定する前記ステップは、入力画像の空間周波数解析を用いることを特徴とする指紋認証プログラム。

【請求項 11】 入力の適正を判定する前記ステップは、
入力画像に矩形の観察領域を設定するステップと、
該観察領域における、前記入力画像のフーリエ変換像を求めるステップと、
該フーリエ変換像から、前記入力画像の輝度の空間周波数分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算するステップと、

該特徴量から、前記入力に適正か否かを判定して結果を出力するステップを有する、請求項 10 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 12】 入力の適正を判定する前記ステップは、あらかじめ、入力に適正および適正でない多数の画像の前記フーリエ変換像を求め、該フーリエ変換像から前記特徴量を求め、該特徴量から入力の適正・不適正を判別する判別式および該判別式を特徴づける判別係数を求めるステップをさらに有し、

入力が適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップは、該判別式および該判別係数をもとに入力が適正か否かを判定する、請求項 11 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 13】 入力画像に矩形の観察領域を設定する前記ステップは、入力画像から指紋中心と指頭方向を求め、これに基づいて観察領域を設定する、請求項 11 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 14】 特徴量を計算する前記ステップは、前記フーリエ変換像から求められる、複数の所定の空間周波数帯の輝度の平均値から特徴量を構成する、請求項 11 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 15】 特徴量を計算する前記ステップは、前記フーリエ変換像から求められる、複数の所定の空間周波数帯の輝度の分散の平均値から特徴量を構成する、請求項 11 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 16】 前記空間周波数帯の 1 つは、人間の指紋の隆線の周期に対応した空間周波数を含む、請求項 14 または 15 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 17】 前記空間周波数帯の 1 つは、人間の指の汗腺孔に起因する、隆線の周期よりも小さい周期を有する構造の周期に対応した空間周波数を含む、請求項 14 または 15 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 18】 入力が適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップにおいて出力された判定結果たる判定値が所定の範囲内でない場合、利用者に対して指紋の再入力を要求するステップをさらに有する、請求項 10 から 17 のいずれか 1 項に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 19】 利用者からの指紋センサへの入力に対して、該入力の特徴の照合を行う手段と、該入力の適正を判定する手段と、この 2 つの手段の出力結果を受けて該入力を認証するか否かを判定する手段を有する指紋認証装置において、

入力の適正を判定する前記手段は、入力画像の空間周波数解析手段を有することを特徴とする指紋認証装置。

【請求項 20】 入力の適正を判定する前記手段は、
入力画像に矩形の観察領域を設定する手段と、

該観察領域における、前記入力画像のフーリエ変換像を求める手段と、
該フーリエ変換像から、前記入力画像の輝度の空間周波数分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算する手段と、
該特徴量から、前記入力に適正か否かを判定して結果を出力する手段を有する、請求項 1 9 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 1】 入力の適正を判定する前記手段は、あらかじめ、入力に適正および適正でない多数の画像の前記フーリエ変換像を求め、該フーリエ変換像から前記特徴量を求め、該特徴量から入力の適正・不適正を判別する判別式および該判別式を特徴づける判別係数を求める手段と該判別係数を保存する手段をさらに有し、

入力が適正か否かを判定して結果を出力する前記手段は、該判別式および該判別係数をもとに入力が適正か否かを判定する、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 2】 入力画像に矩形の観察領域を設定する前記手段は、入力画像から指紋中心と指頭方向を求め、これに基づいて観察領域を設定する、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 3】 特徴量を計算する前記手段は、前記フーリエ変換像から求められる、複数の所定の空間周波数帯の輝度の平均値から特徴量を構成する、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 4】 特徴量を計算する前記手段は、前記フーリエ変換像から求められる、複数の所定の空間周波数帯の輝度の分散の平均値から特徴量を構成する、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 5】 特徴量を計算する前記手段は、前記空間周波数帯の 1 つが、人間の指紋の隆線の周期に対応した空間周波数を含むように構成される、請求項 2 3 または 2 4 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 6】 特徴量を計算する前記手段は、前記空間周波数帯の 1 つが、人間の指の汗腺孔に起因する、隆線の周期よりも小さい周期を有する構造の周期に対応した空間周波数を含むように構成される、請求項 2 3 または 2 4 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 7】 入力に適正か否かを判定して結果を出力する前記手段において出力された判定結果たる判定値が所定の範囲内でない場合、利用者に対して指紋の再入力を要求する手段をさらに有する、請求項 2 0 から 2 6 のいずれか 1 項に記載の指紋認証装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は指紋認証方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コンピュータへのログインやネットワークを通じての情報サービスにおいて、サービスを使用しようとするユーザが、正当な権限を持つ登録ユーザであるか否かを指紋を用いて確認するために、指紋認証装置が利用される。人間の指先の皮膚紋様である指紋は、「万人不同」・「終生不変」という特徴を持つとされ、表皮が損傷を受けてもその奥の不変な真皮から同じ指紋が復元されるため、精密な個人の同定を可能にする特徴として広く知られている。

【0 0 0 3】

指紋によって個人を認証するシステムは基本的に、

- (1) ユーザが提示した指紋をシステム側で取得する「指紋センサ(指紋入力部)」、
 - (2) 入力されたデータを処理し、照合に用いる特徴を求める「特徴抽出部」(例えば、特許文献 1 参照)、
 - (3) あらかじめ求め、記憶しておく正規ユーザについての登録データ(「テンプレート」)、
 - (4) 登録データと入力データ(の特徴同士)を比較し同一人物であるか否かを決定する「照合・判定部」(例えば、特許文献 1 参照)
- から構成される。照合の結果、特徴が十分類似し、指紋の提示者が登録ユーザであると判定されれば、認証成功ということで認証要求者は要求するサービスを受けられる。

【 0 0 0 4 】

指紋入力部は、指などセンサ上に置かれたものの表面の隆線パターンを形成する微小な凹凸をデジタル画像化するものであり、光学方式が多く用いられている。従来多かった光学方式の実現法の例としては、高コントラストな画像を得るためにプリズムでの全反射を利用する方法がある。これはLED光源で発した光をプリズムに当ててからCCDのような受光素子で受け、プリズムの反射面に置いた指の凹凸を反射率の違いに反映させ、デジタル画像化するというものである。指表面の盛り上がった部分がなす線を「隆線」、その間を「谷」と呼ぶ。

【 0 0 0 5 】

また別の方法では、センサの周辺部に付随する光源から光を照射し、指内を透過して来てセンサ面で観測される散乱光における、指の隆線部分と谷線部分での強度の差を観測して指紋パターンを画像化する（例えば、特許文献2参照）。

【 0 0 0 6 】

特徴抽出部は、入力された画像データから照合用の特徴を抽出する。登録データとしては、正規ユーザが予め入力した画像データから同様の照合用特徴を抽出して保存しておいたものである。この両者の特徴の類似度を計算し、これが閾値以上であれば、指紋は同じ指からのものであると判断して認証要求を受理し、そうでなければ拒否とする。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、一口に認証不成功といっても、当該指紋が照合しなかったのか、あるいは、指紋入力が適切でなかったのか、どちらなのかがわからない。そこで、指紋入力が適切かどうかを判定し、ユーザに知らせるシステムが必要になる。そこで、特許文献3から6は、指の置き方が適切であるかどうかを判定する技術を開示している。

【 0 0 0 8 】

【特許文献1】

特開昭56-24675号公報または特開平4-33065号公報

【特許文献2】

特許3150126号公報

【特許文献3】

特開2001-266133号公報

【特許文献4】

特開平9-274656号公報

【特許文献5】

特開平8-110949号公報

【特許文献6】

特開平8-161491号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、指紋の入力が適切かどうかは、なにも指の置き方の観点だけにとどまるものではない。例えば、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光など外的環境変動の影響が許容範囲にあるかどうか、②センサ上に置かれる画像化対象とするものが、本来の撮像対象として許容される範囲の適切な特性を持つかどうか、といった観点も考慮されなければならない。

【0010】

また、前述の特徴抽出・照合（例えば、特許文献1参照）は、その特徴として稜線の端点や分岐点などを利用するので、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光など外的環境変動の影響が許容範囲にない場合、②センサ上に置かれる画像化対象とするものが、本来の撮像対象として許容される範囲の適切な特性を持たない場合、③撮像対象の置かれ方が適正でない場合にも、誤って認証してしまう危険性がある。従って、認証装置ではより高い認証精度実現のため、上記①②③のような入力画像の適正を判定し、必要に応じ、これを認証結果に反映したり、あるいは、再入力を要求したりするなどの動作を行う必要がある。

【0011】

そこで、例えば上記①については背景外光強度センサ、②については対象の電気抵抗を測定する導電センサ、③に対しては圧力センサなど、それぞれを観測するセンサを設け、これらのセンサ出力を指紋認証とは並列に分析して結果を総合的に判定することが考えられる。しかし、このような方法では、専用のハードウ

エア要素を付加する必要があるため、装置全体のコストアップ要因となり、あるいは、判定に処理オーバーヘッドないし時間がかかり利便性を損なう、などの問題がある。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、ソフトウェアのみで入力指紋画像の適正を広範な観点から判定し、特徴照合結果と組み合わせて指紋の認証を行う、低コスト・低オーバーヘッドを実現する指紋認証方法を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、指紋入力 of 適正を判定するのに、指紋入力画像の空間周波数解析を用いる。まず、指紋入力画像に観察領域を設定して、この観察領域における、入力画像のフーリエ変換像を求める。

【 0 0 1 4 】

上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、隆線の周期構造に対応するスポットと、汗腺孔に起因する、隆線の周期よりも小さい周期の構造に対応するスポットが鮮明に現れることが実験的にわかった。これに対し、上記①から③の条件を満たさない条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、このようなピークは現れないか、または、現れても不鮮明であることが多いことも実験的にわかった。

【 0 0 1 5 】

そこで、フーリエ変換像から、入力指紋画像の輝度の空間周波数分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算することで、入力画像が適正かどうか判定できることになる。具体的に特徴量としては、複数の所定の空間周波数帯の輝度の平均値と、複数の所定の空間周波数帯の輝度の分散の平均値とし、空間周波数帯の1つは、人間の指紋の隆線の周期に対応した空間周波数を含み、別の空間周波数帯の1つは、人間の指の汗腺孔に起因する、隆線の周期よりも小さい周期を有する構造の周期に対応した空間周波数を含むように設定する。これにより、入力画像の適正を上記特徴量に反映させることができる。

【 0 0 1 6 】

次に、この特徴量から、指紋入力に適正か否かを判定して結果を出力する。その際、あらかじめ、指紋入力に適正および適正でない多数の画像のフーリエ変換像を求め、フーリエ変換像から特徴量を求め、特徴量から指紋入力の適正・不適正を判別する判別式およびこの判別式を特徴づける判別係数を求めておき、この判別式および判別係数をもとに指紋入力に適正か否かを判定するようにする。

【0017】

また、入力指紋画像の観察領域の設定は、入力指紋画像から指紋中心と指頭方向を求め、これに基づいて観察領域を設定するとしてもよい。

【0018】

また、判定結果たる判定値が所定の範囲内にない場合は、利用者に対して指紋の再入力を要求してもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0020】

図1を参照すると、本発明の指紋認証装置1は、指紋センサ10と、画像保持部11と、入力指特性判定部12と、特徴抽出部13と、特徴照合部14と、認証判定部15と、テンプレート保持部16からなる。

【0021】

指紋センサ10は、ユーザの指が接触した際に指紋画像を撮影し、それをデジタル画像データに変換する。指紋センサの構成としては、例えば、LEDで発せられた光をプリズムで反射し、このとき反射面の外側に置かれた指の隆線に従い、隆起部と谷部で反射率が異なることを利用し、CCDを用いて反射光をデジタル画像化することで、指紋画像を撮影する光学方式を用いることができる。あるいは、特許文献2記載の技術のように、指紋入力時に指紋が、2次元配列された多数の受光素子の受光面に近接するよう押捺され、これら受光素子のうち受光面が指紋隆線部と近接している受光素子では、その指紋隆線部を介して指先内部からの散乱光が良好に届く明部領域を指紋隆線部として検出する一方、受光面が指紋谷部と近接している受光素子では、指先内部からの散乱光があまり届かない暗

部領域を指紋谷間部として検出するというメカニズムで隆線構造が画像化される方式を用いることができる。

【 0 0 2 2 】

入力されたデータは、2次元の画素ごとにその濃度値（画素値）を持つ2次元配列で表現され、画像保持部11に保持される。

【 0 0 2 3 】

入力指特性判定部12は、画像保持部11の画像データを参照しながら、以下で詳しく述べるような方法で、入力指特性に関する判定を行い、結果を出力する。

【 0 0 2 4 】

特徴抽出部13は、入力された画像保持部11の画像データから照合用の特徴を抽出する。

【 0 0 2 5 】

テンプレート保持部16は、正規ユーザから予め入力された画像データから抽出された同様の照合用特徴を、登録データとして保持している。

【 0 0 2 6 】

特徴照合部14は、この両者の特徴の類似度を計算し、出力する。この特徴抽出部13、特徴照合部14の例としては、特許文献1に記載された指紋照合装置がある。これらの技術では、指紋等の照合に際して、指紋紋様を特徴付ける各特徴点（隆線の端点や分岐点）の位置X、Y及び方向Dとともに各特徴点により固有に決定される局所座標系を複数の扇形領域に分割した近傍における最近傍点と上記特徴点との隆線数、すなわちリレーションを検査することによって、安定で、かつ精度の高い照合を可能にしている。

【 0 0 2 7 】

認証判定部15は、入力指特性判定部12から出力された入力指特性と、特徴照合部14から出力された、入力画像と登録指紋の類似度を入力とし、入力指特性判定の結果の特性値がある範囲の値であり、かつ、指紋照合結果の類似度が閾値以上であれば、入力はまともであり、かつ、指紋は登録ユーザと同じ指からのものであると判断して認証要求を受理し、そうでなければ拒否する。

【 0 0 2 8 】

図 2 を参照すると、第 1 の実施形態の入力指特性判定部 1 2 の内部構成を示す図が示されている。入力指特性判定部 1 2 は、周波数解析部 1 2 1 と、判別特徴量計算部 1 2 2 と、判別係数保持部 1 2 3 と、判別決定部 1 2 4 から構成される。

【 0 0 2 9 】

画像保持部 1 1 には、指紋センサ 1 0 で得た画像データが、2 次元の画素ごとにその濃度値（画素値）を持つ 2 次元配列で表現されて保持されている。以下の説明では、指紋画像の隆線が明るく、従って濃度値は大きくなり、一方、谷部が暗く、従って濃度値は小さくなるとする。また、濃度値は 0 から 2 5 5 の範囲の値をとるとする。指の長軸方向（指軸方向）を Y 方向、これと直交する方向を X 方向とする。この 2 次元配列上に、X 方向と Y 方向に 2 辺を持つ正方形を配置し、これを「観察領域」と定める。この領域の一辺のサイズは、平均的な指紋の横幅の 4 分の 1 から 1 0 分の 1 程度の範囲で 2 のべき乗であるような、あらかじめ定められた値（例えば、指紋画像全体のサイズが 5 1 2 × 5 1 2 の時に 1 2 8）を持つ。指紋画像と観察領域の関係の一例を図 3 に示す。

【 0 0 3 0 】

周波数解析部 1 2 1 は、このように定められた観察領域上のデータを入力として、2 次元フーリエ変換による空間周波数解析を行う。一般に指紋画像は周期的な正弦波あるいは複数の正弦波の和で表現でき、周波数解析により、観察領域内の濃度分布で表現される画像が、どの方向の、どのような周波数（ピッチ）の正弦波に分解できるかが求められる。この結果得られるのがフーリエ変換像であり、中心にある原点を周波数ゼロの直流成分とし、ある座標点（ u ， v ）についての画素濃度が、元の観察領域内の X 方向の周波数 u および Y 方向の周波数 v であるような周波数成分の強度に対応するような 2 次元グラフを表す。

【 0 0 3 1 】

図 4 を参照すると、このような周波数解析の一例の模式図が示されている。上段が適切な条件下で取得された人間の指紋の実空間像（示された正方形が観察領域）の模式図であり、簡単のため、隆線は y 軸に平行であるとする。また、汗腺

孔に起因すると思われる微細周期構造は、同様に簡単のため、 x 、 y 方向にのみ周期構造を有するものとする。中段はこれに対応したフーリエ変換像である。フーリエ変換像の中心の輝点はDC成分であり、その近傍の輝点Aは実空間像の指紋の陵線の周期に対応したスポットである。また、外側にある輝点Bは、実空間像における汗腺孔に起因する周期構造に対応したスポットである。このようなスポットは、適切な条件下で取得された人間の指紋の画像のフーリエ変換像にのみ鮮明に現れることがわかっており、これは、人間の指紋の陵線のパターン、および、汗腺孔に起因すると考えられる、陵線の周期よりも細かい周期構造のパターンが正弦波に近いこと示している。本発明においては、この2つの特徴を利用する。

【0032】

【数1】

判別特徴量計算部122は、周波数解析部121で得られたフーリエ変換像をもとに以下の処理を行う。このようなフーリエ変換像上で、中央の原点から一定の半径の円上にある点についての周波数成分強度値の円周方向の平均値を、円周方向の積分により計算する。例えば、半径 r の円についての強度値の円周方向の平均値は、半径 r 、変位角 θ の点のフーリエ変換像の強度を $F(r, \theta)$ で表現すると、

$$\overline{F(r)} = \frac{1}{2\pi} \oint F(r, \theta) d\theta$$

となる。さらにこのようにして求めた平均を用いて、同様に原点から一定の半径の円上にある点についての強度値の円周方向の分散を、

$$\sigma_F^2(r) = \frac{1}{2\pi} \oint (F(r, \theta) - \overline{F(r)})^2 d\theta$$

で求める。図4の下段には、(a)で $\overline{F(r)}$ の、(b)で $\sigma_F^2(r)$ のグラフを示した。ともに、輝点A、Bのところで強度が強くなる。

【0033】

次に、原点からの半径 p と q ($p < q$) の2つの円で囲まれる円周バンド (p , q) を定義する。例えば、周波数半径5から10 (単位は任意単位) までの円周バンド (5, 10) とは、上記のようなフーリエ変換像で、半径5から10の

範囲のドーナツ形の部分を示す（図4参照）。

【0034】

【数2】

ここで上記の2つの量 $\overline{F(r)}$ と $\sigma_F(r)$ により、円周バンドについてのG値 $G(p, q)$ とH値 $H(p, q)$ を、次のように求める。つまり、これらは円周バンド内の強度の平均および分散の平均値を示す。

$$G(p, q) = \frac{1}{q-p} \int_p^q \overline{F(r)} dr$$

$$H(p, q) = \frac{1}{q-p} \int_p^q \sigma_F(r) dr$$

【0035】

これらをもとに、次の特徴量による判別特徴量の計算を行う。

・ $G(5, 10)$ と $G(15, 25)$ の比

$$X_1 = G(5, 10) / G(15, 25)$$

・ $G(55, 65)$ と $G(45, 55)$ の差

$$X_2 = G(55, 65) - G(45, 55)$$

・ $H(55, 65)$ と $H(45, 55)$ の比

$$X_3 = H(55, 65) / H(45, 55)$$

・ $H(5, 15)$ と $H(45, 55)$ の比

$$X_4 = H(5, 15) / H(45, 55)$$

・ $H(30, 45)$ と $H(5, 15)$ の差

$$X_5 = H(30, 45) - H(5, 15)$$

ここで、輝点A、Bはそれぞれ、約20、60に存在していると仮定する（図4参照）。したがって、 $H(55, 65)$ および $G(55, 65)$ は輝点Bの有無に敏感な量であり、それゆえ、 X_2 および X_3 は、輝点Bの有無に敏感な量となる。また、 X_1 、 X_4 、 X_5 は輝点Aの鋭さに敏感な量となる。以上の特徴量により、適切な条件下で取得された人間の指紋画像とそうでない指紋画像を選別できることになる。

【0036】

次に、判別決定部 124 が、上記のように求められた判別特徴量を用い、判別決定の処理を行う。入力指特性判定部 12 では、あらかじめ学習フェーズとして、次の 2 つの群のそれぞれについて大量の撮像データを収集し、それぞれについて、判別特徴量計算部 122 で、上記の処理により特徴量を求め、これらの学習データを用いて判別式を構成しておく。学習フェーズにおける 2 つの群の一方は、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光などの外的環境変動が最小である、②センサ上に置かれるものが、最も適切な特性を持つ典型的な指である、③撮像対象が最も適正な置かれ方をする、という特徴を満たす、いわば適切な条件下で収集された第 1 の画像群からなり、もう一方の群は、それ以外の不適切な条件下で収集された第 2 の画像群からなる。判別処理フェーズでは、学習フェーズで構成された判別式を利用することで、判別決定部 124 が判別分析を行う。

【0037】

学習フェーズにおいては、第 1 の群及び第 2 の群の各々の画像データを入力して、判別特徴量計算部 122 で上記の特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を求め、上記第 1 の群については目的変数 y として $y = 1$ 、第 2 の群については $y = -1$ を与えて、上記特徴量に関して重回帰分析を施すことで、

$$y = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_5 X_5$$

なる回帰式の係数 b_0, b_1, \dots, b_5 を求め、これを判別係数保持部 123 に保存しておく。

【0038】

判別処理フェーズにおいては、未知の撮像画像が与えられたときに、判別決定部 124 は、入力画像から観測された上記特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を入力とし、上記判別係数保持部 123 に保存された回帰式の係数 b_0, b_1, \dots, b_5 を用いて、 y を計算する。この y が正であれば入力が適切なものであり、負であれば不適切と判断できるような特性値を計算し、この特性値を入力指特性判定部 12 の出力とする。

【0039】

なお、上述の入力指特性判定部 12 での処理においては、2 つの群の一方は、①②③の 3 つの特徴を全て満たす、適切な条件下で収集された画像からなり、も

う一方の群は、それ以外の不適切な条件下で収集された画像からなるとしているが、別の実施形態としては次のような方法ももちろん可能である。すなわち、学習フェーズにおいては、①の観点で基準を満たす第1の画像群と満たさない第2の画像群の各々の画像データを入力して、上記の特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を求め、上記第1の群については目的変数 $y^{(1)}$ として $y^{(1)} = 1$ 、第2の群については $y^{(1)} = -1$ を与えて、上記特徴量に関して重回帰分析を施すことで、

$$y^{(1)} = b_0^{(1)} + b_1^{(1)} X_1 + \dots + b_5^{(1)} X_5$$

なる回帰式の係数 $b_0^{(1)}, b_1^{(1)}, \dots, b_5^{(1)}$ を求める。同様に②および③の観点についても同様にその基準を満たす画像群と満たさない画像群から学習して、

$$y^{(2)} = b_0^{(2)} + b_1^{(2)} X_1 + \dots + b_5^{(2)} X_5$$

$$y^{(3)} = b_0^{(3)} + b_1^{(3)} X_1 + \dots + b_5^{(3)} X_5$$

なる回帰式を構成する。判別処理フェーズにおいては、未知の撮像画像が与えられたときに、入力画像から観測された上記特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を入力とし、上記判別係数保持部123に保持された回帰式の係数 $b_0^{(1)}, b_1^{(1)}, \dots, b_5^{(1)}$ を用いて $y^{(1)}$ を計算する。同様に、 $y^{(2)}, y^{(3)}$ を計算し、以上で得られた、 $y^{(1)}, y^{(2)}, y^{(3)}$ の全てが正であれば入力が適切なものであり、いずれかが負であれば不適切と判断する。この3つの値の最小値を入力指特性判定部12の出力特性値とする。

【0040】

上述のように認証判定部15は、この出力と、特徴照合部14から得られる入力画像と登録指紋の類似度とをもとに、入力指特性判定の結果がある範囲の値であり、かつ、指紋照合結果の類似度が閾値以上であれば、入力はまともであり、かつ、指紋は同じ指からのものであると判断して、認証要求を受理し、そうでなければ拒否する。

【0041】

また別の実現方法としては、上記の入力指特性判定の結果がある範囲内にはないときには、この入力が高信頼な指紋認証に用いるには不適切であるとして、データを廃棄し、再入力を要求する。

【 0 0 4 2 】

図 5 を参照すると、第 2 の実施形態の入力指特性判定部 1 2 の内部構成が示されている。本実施形態では、第 1 の実施形態から、指紋中心計算部 1 2 5 と、観察領域決定部 1 2 6 が新たに追加されている。

【 0 0 4 3 】

指紋中心計算部 1 2 5 では、画像保持部 1 1 から得た画像の 2 次元配列を入力として、コアと呼ばれる指紋中心と、指頭を示す方向を求める処理が行われる。指紋画像から、指紋中心と指頭方向を決定する方法としては、例えば特開平 8 - 2 7 9 0 3 9 号公報「指紋指頭軸方向検出装置」記載の技術がある。ここでは、指紋周辺部の隆線方向と放射線方向との内積を計算し、入力指紋の内積数列と各内積数列パターンとを比較することで、その最小値に対応する方向を指頭軸方向とする。

【 0 0 4 4 】

観察領域決定部 1 2 6 は、第 1 の実施の形態での画像中心とは異なり、指紋中心計算部 1 2 5 で求められた指紋中心から、指頭方向へ $0.75 \times L$ だけ離れた点に中心を置く一辺 L の正方形を求め、これを観察領域とし、この観察領域内のデータを入力として、第 1 の実施形態と同様の特徴量が計算される。指紋画像と観察領域の関係の一例を図 6 に示す。

【 0 0 4 5 】

このようにして定められた観察領域について、周波数解析部 1 2 1 が周波数解析を行うが、以降の処理は第 1 の実施形態と全く同様である。

【 0 0 4 6 】

以上の実施形態で述べてきた処理は、コンピュータで読取りが可能なコンピュータプログラムが作成され、このプログラムをコンピュータに実行させることにより実施される。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光など外的環境変動が許容範囲か、②センサ上に置かれる、画像化対象とす

るものが、本来の撮像対象として許容される範囲の適切な特性を持つか、③撮像対象の置かれ方は適正かなどの判定を、センサから得られた画像のみを入力としてのソフトウェア処理により実現し、認証結果に反映し、あるいは再入力を要求するなどの動作を行う認証装置を実現できる。これにより、高精度な認証性能を実現しつつ、専用のハードウェア要素を付加する場合に比べ実装の付加的な費用について低コストで実現でき、また判定に要する処理オーバーヘッドないし時間がかかることなく、ユーザへの利便性を増すことができる。特に、観察領域という小面積領域の画素値データのみから特徴量を計算し判別を行うため、画像全体に対する処理により判定する場合に比べ、はるかに少ない計算量で実現可能であり、高速な認証処理によりユーザの利便性を向上し、あるいは低速CPUでも現実的な実装が可能という点で、装置の低価格化、搭載機器の拡大が可能になる。

【 0 0 4 8 】

また第2の実施の形態による実現では、指紋の置かれる位置を自動で判定して入力指特性判定に利用する。指紋中心と指頭の間の領域は、比較的指紋隆線パターンが安定して指の軸と直交する一方向に走っている。そのためにベースとなる隆線パターンのなす正弦波がより集中し、判別すべき特性の有無が観察しやすいため、より高精度な入力指特性判定の実現が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の指紋認証装置1のブロック図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態の入力指特性判定部12のブロック図である。

【図3】 本発明の第1の実施の形態の入力指特性判定部12における、指紋画像と観察領域の関係を示す図である。

【図4】 適切な条件下で取得された指紋画像の模式図（上段）と、そのフーリエ変換像（中段）と、輝度の空間平均（a）と分散（b）の周波数依存性のグラフ（下段）を示す図である。

【図5】 本発明の第2の実施の形態の入力指特性判定部12のブロック図である。

【図6】 本発明の第2の実施の形態の入力指特性判定部12における、指

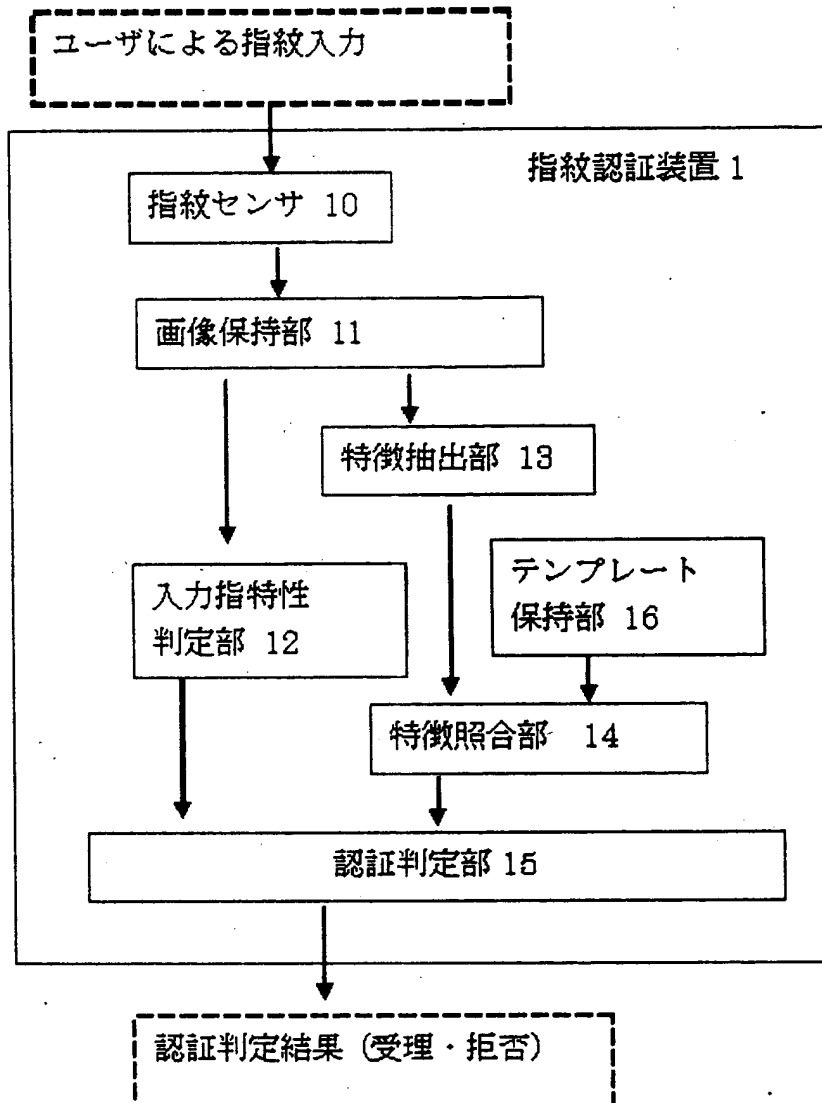
紋画像と観察領域の関係を示す図である。

【符号の説明】

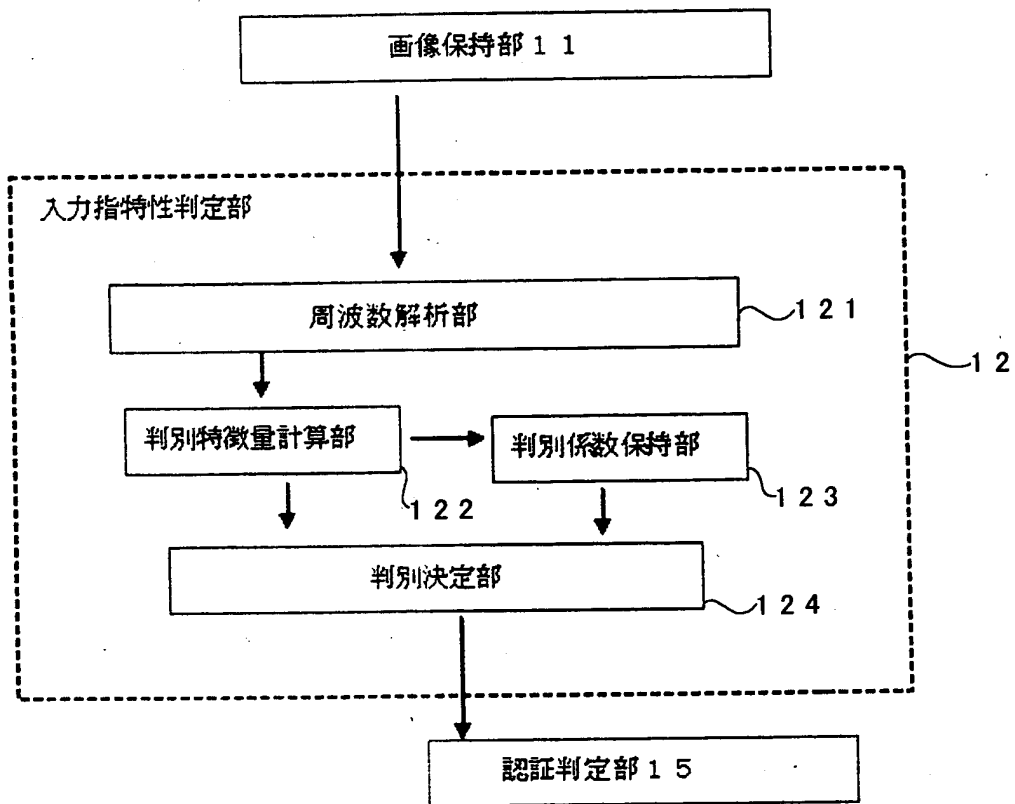
- 1 指紋認証装置
 - 1 0 指紋センサ
 - 1 1 画像保持部
 - 1 2 入力指特性判定部
 - 1 3 特徴抽出部
 - 1 4 特徴照合部
 - 1 5 認証判定部
 - 1 6 テンプレート保持部
 - 1 2 1 周波数解析部
 - 1 2 2 判別特徴量計算部
 - 1 2 3 判別係数保持部
 - 1 2 4 判別決定部
 - 1 2 5 指紋中心計算部
 - 1 2 6 観察領域決定部

【書類名】 図面

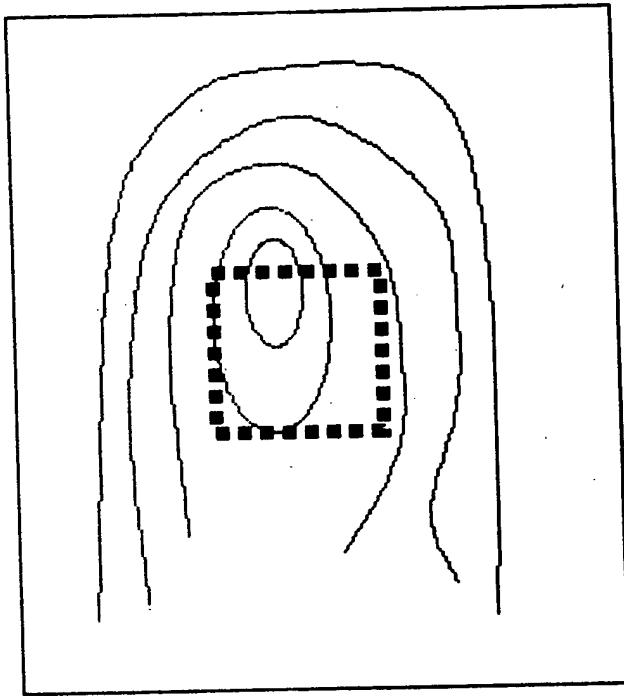
【図 1】



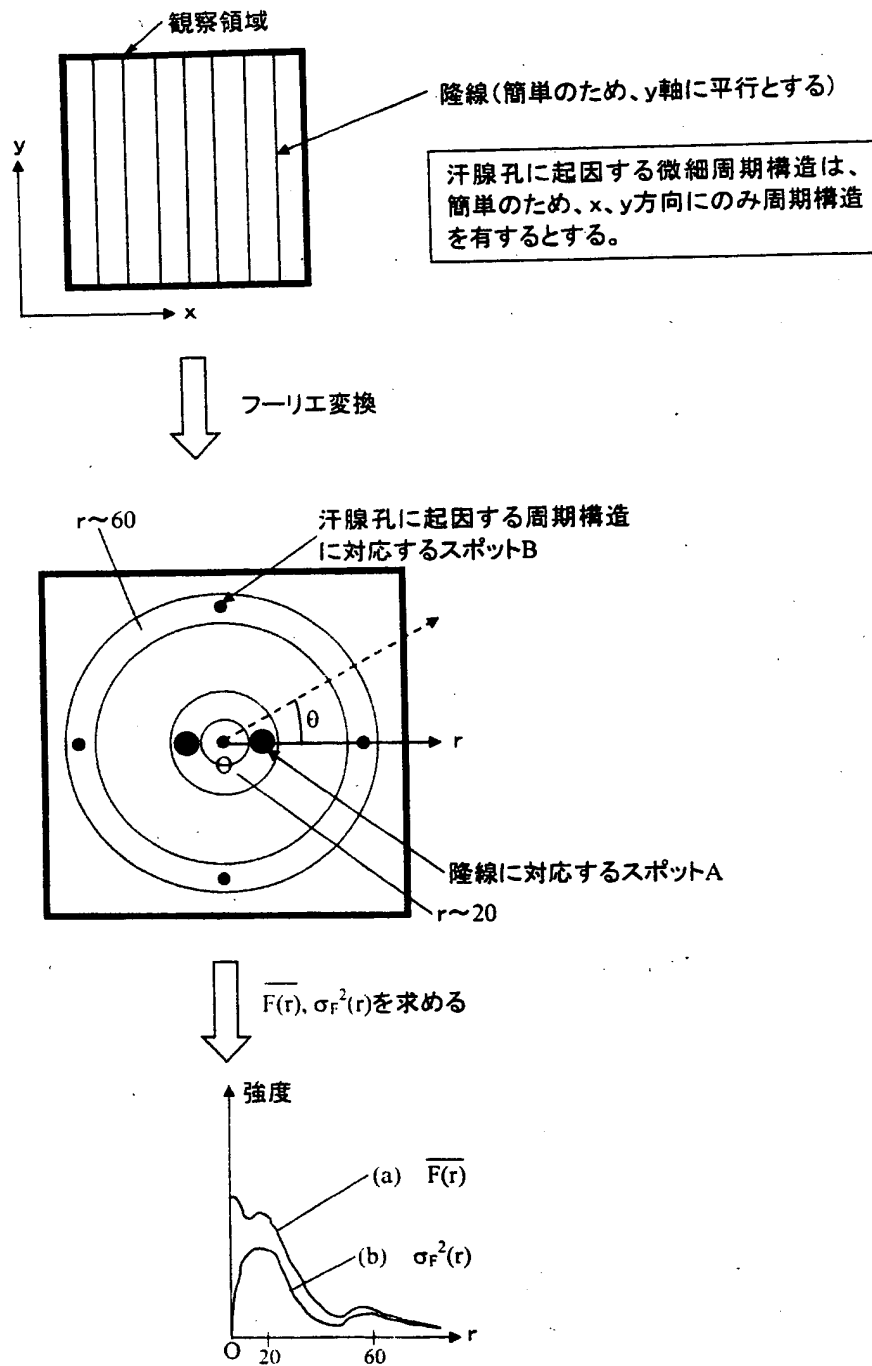
【図 2】



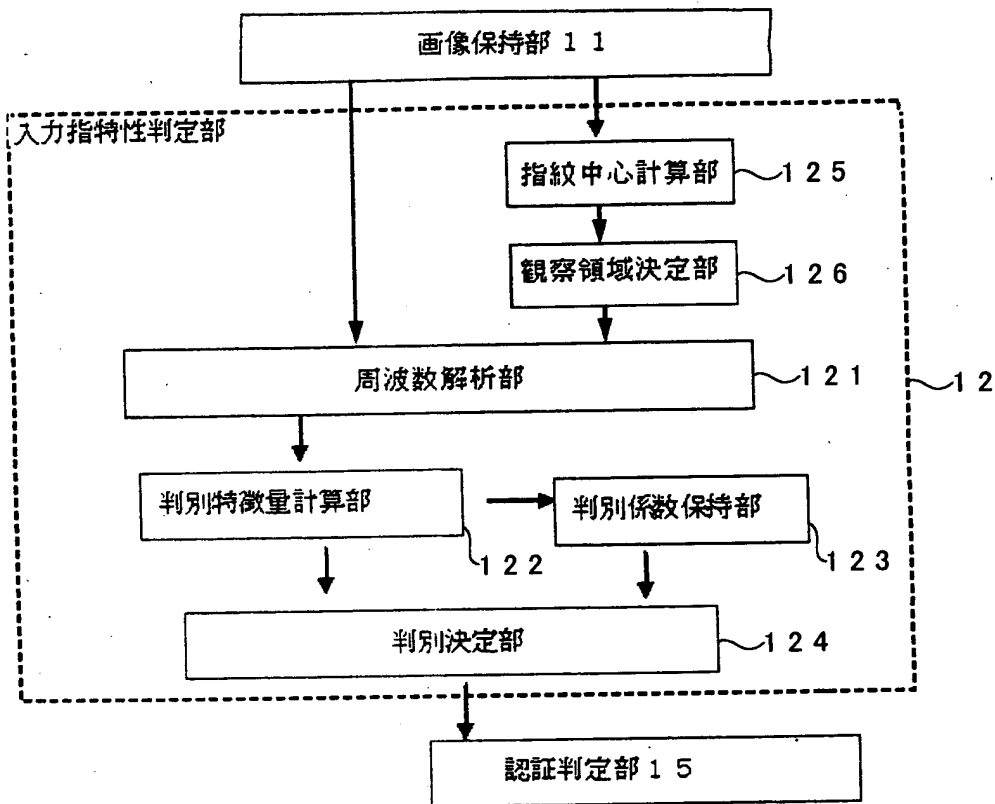
【図3】



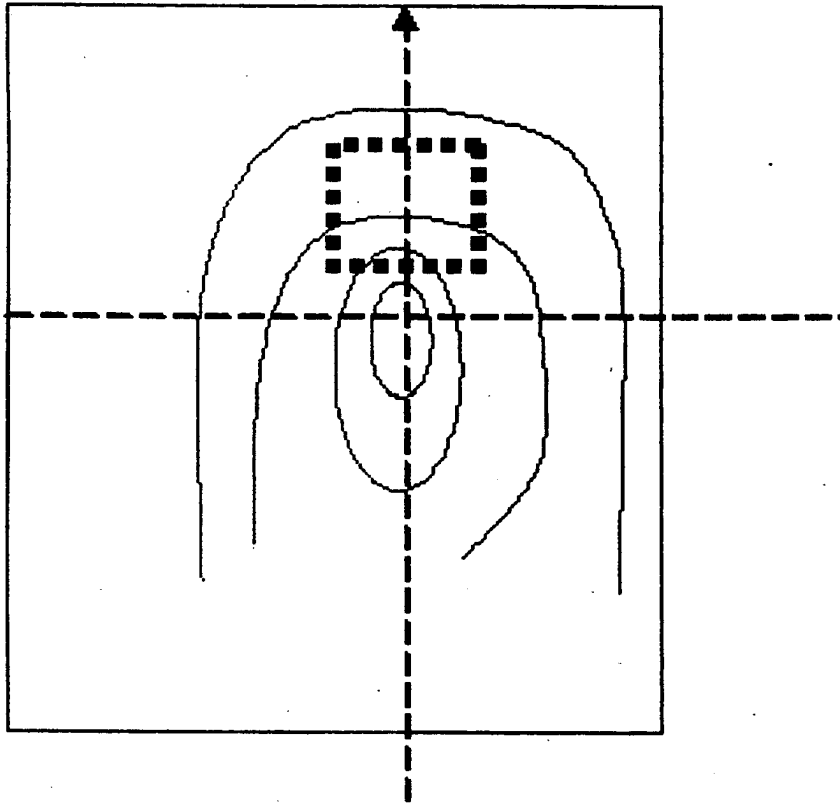
【図4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ソフトウェアのみで、指紋センサへの入力画像の適正を広範な観点から判定し、特徴照合結果と組み合わせて指紋の認証を行う、低コスト・低オーバーヘッドを実現する指紋認証方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、指紋センサへの入力の適正を判定するのに、入力画像の空間周波数解析を用いる。まず、入力画像（上段）のフーリエ変換像（中段）を求める。適切な条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、隆線の周期構造に対応するスポット（A）と、汗腺孔に起因する、隆線の周期よりも小さい周期の構造に対応するスポット（B）が鮮明に現れることがわかった。スポットA、Bの周波数を含むような周波数帯の平均強度（a）や分散（b）などを、適正の判定のために用いる特徴量において利用することにより、入力に適正かどうかを判定することが可能になる。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社